



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A
ROBOTIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND
ROBOTICS

POROVNÁNÍ SOUČASNÝCH A MODERNÍCH METOD KONSTRUOVÁNÍ.

COMPARING OF THE PRESENT AND MODERN DESIGNING METHODS.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ANDRZEJ KRENŽELOK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MICHAL DOSEDLA

BRNO 2008

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2007/08

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Krenželok Andrzej

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Porovnání současných a moderních metod konstruování.

v anglickém jazyce:

Comparing of the present and modern designing methods.

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

V současné době se stále nejčastěji konstruuje na základě dřívějších poznatků s využitím intuice. Pro podporu kreativity a k řešení složitých konstrukčních úkol lze také využít některých moderních konstrukčních metod. Tyto metody podporují práci konstruktérů a jsou vhodné jak pro práci v týmu tak i pro jednotlivce.

Cíle bakalářské práce:

Shrnutí doposud používaných konstrukčních metod.

Vytvoření přehledu moderních konstrukčních metod

Porovnání současných a moderních metod konstruování.

Seznam odborné literatury:

- Blecha, P. Disertační práce - Využití moderních metod řízení a zabezpečování jakosti při konstrukci obráběcích center, Brno 1999
- Hosnedl, S. Systémové navrhování technických produktů KKS/ZKM - Podklady k přednáškám, ZČU Plzeň, Katedra konstruování strojů, Plzeň 2007
- Hubka, V. Konstrukční nauka – obecný model konstruování, 2. vydání, Heurista, Zürich 1995
- Serie WDK Workshop Design – Konstruktion, z originálu Engineering Design přeložil Hosnedl, S., ISBN 80-90-1135-0-8
- Eder, E., Hosnedl, S.; Design Engineering: A Manual for Enhanced Creativity; Nakladatelství CRC USA 2007, ISBN-10 1420047655

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Dosedla

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 6.2.2008 12:10:4



Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Anotace:

V současné době se stále nejčastěji konstruuje na základě dřívějších poznatků s využitím intuice. Pro podporu kreativity a k řešení složitých konstrukčních úkolů lze také využít některých moderních konstrukčních metod. Cílem bakalářské práce je popsat současné a moderní metody konstruování (pokus omyl, intuitivní, procedurální a vědecké) a porovnat je.

Zmíněné metody podporují práci konstruktérů a jsou vhodné jak pro práci v týmu, tak i pro jednotlivce. Dále bude formulovaná počítačová podpora konstruování a CAx technologie využité u konstrukčního procesu.

Annotation:

At present time we most often make constructions on the basis of previous knowledge with the use of intuition. For support of creativity and for the solution of difficult construction tasks we can use some modern construction methods. Goal of Bachelor study is to define current and modern methods of construction (trial and error, transcendental, procedural and scientific) and confront them. Mentioned methods support the work of constructors and they are suitable for work in team and for individual too. Next will be formulated computers support of construction and CAx technology used by construction process.

Klíčová slova:

Fáze života technického objektu, Inovace, Konstruování, Konstrukční proces, Metoda pokus omyl, Metody intuitivní, Procedurální konstruování, Vědecké konstruování, Technický systém, Simultánní inženýrství, CAx technologie

Key words:

Cycle of life of technical subject, Innovation, Construction, Construction process, Trial and error Metod, Transcendental methods, Procedural construction, Scientific construction, Technical systém, Parallel engineering, CAx technology

Bibliografická citace mé práce:

KRENŽELOK, A. *Porovnání současných a moderních metod konstruování..* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Michal Dosedla.

Prohlášení:

Prohlašuji, že je tato bakalářská práce mnou vypracována samostatně a všechny zdroje, prameny a literaturu, které jsem při vypracování použil nebo z nich čerpal, v práci řádně cituji s uvedením úplného odkazu na příslušný zdroj.

V Brně dne

.....

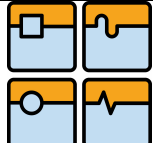
Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Michalovi Dosedlovi za pomoc, literaturu a cenné rady, které mi při tvorbě této bakalářské práce poskytl.

OBSAH:

1	ÚVOD	2
2	Fáze života technického objektu:	3
2.1	Fáze životního cyklu výrobku:	3
2.2	Inovace technického objektu	4
3	Konstruování	5
3.1	Konstruktor	5
3.2	Konstrukční proces	6
3.2.1	Popis obecného současného konstrukčního procesu	6
3.3	Jakost konstrukčního procesu	8
4	Přístupy ke konstruování	8
	Současné konstruování	9
4.1	Metoda pokus omyl	9
4.2	Metody intuitivní	10
4.2.1	Podmíněná intuice	10
4.2.2	Provokovaná intuice	10
4.3	Procedurální konstruování	11
4.3.1	Konstrukční standardizace	12
4.4	Vědecké konstruování (teoreticky podložené, systémové)	12
4.4.1	Technika a technický systém	13
4.4.2	Systémové konstruování dle prof. Hubky	14
4.4.3	Nejznámější systematické metody:	16
4.4.4	Základní operace obecného konstrukčního systému:	18
4.4.5	Metoda TIRZ	19
4.4.6	QFD	20
4.4.7	Simultánní inženýrství	21
5	Počítačová podpora konstruování	23
5.1	CAX technologie	23
5.2	Kombinace CAX technologií	25
6	Porovnání současných a moderních metod konstruování	25
7	Závěr	28
	Seznam použitých zkratk:	29
	Seznam obrázků:	30
	Použitá literatura a použité internetové stránky:	31
	Přílohy	32

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 2
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1 ÚVOD

Pohlédneme-li do minulosti, tak v posledních sto letech došlo k obrovskému vývoji, co se týče techniky i samotného konstruování.

V současné době se stále, ale nejčastěji konstruuje na základě dřívějších poznatků s využitím intuice. Pro podporu kreativity a k řešení složitých konstrukčních úkol lze využít některé moderní konstrukční metody. Tyto metody podporují práci konstruktérů a jsou vhodné jak pro práci v týmu, tak i pro jednotlivce.

Tato Bakalářská práce se skládá z hlavních pěti částí. Nejdříve budou formulovány důležité pojmy pro konstruování jako je technický objekt, životní cyklus technického objektu, inovace a důvody vzniku inovací.

V druhé kapitole naleznete vysvětlení samotného konstruování a objasnění pojmu – konstrukční proces, jeho struktura a jakost.

V další fázi jsou popsány jak současné, tak i moderní metody konstruování. Konkrétní vysvětlení jednotlivých principů těchto metod a řešení návrhu technického objektu jejich pomocí. Jednotlivé metody jsou řazeny dle své složitosti, tak i dle svoji podpory kreativity. Hlavní důraz je kladen na vědecký (systémový) přístup ke konstruování, zde je i vysvětlen pojem technický systém.

Čtvrtá kapitola je věnovaná počítačové podpoře konstruování, je objasněn pojem CAx technologie a nalezneme i popis CAx systému. Poslední kapitola se zabývá samotným porovnáním konstrukčních metod včetně jejich počítačové podpory.

2 Fáze života technického objektu:

U každého výrobku hovoříme o jednotlivých etapách životního cyklu. Na začátku je nápad, myšlenka vyrobit nový výrobek (konstruktér nebo management), kterému předchází analýza trhu a reklamací staršího výrobku, informace z průzkumu trhu a zhodnocení konkurenčních výrobků.

Následuje specifikace nového výrobku, vývoj, výroba prototypu, výroba, předání, provoz a vše končí konečnou likvidací výrobku na konci jeho životního cyklu (obr. 1). Ve všech etapách je nutno se rozhodovat podle informací z ostatních etap životního cyklu, všechny etapy jsou navzájem na sobě závislé. Technický objekt, je lidmi vytvořený objekt, mající svůj vývojový počátek a konec. Technický objekt je vlastně stroj jako takový, přístroj, nástroj, technické zařízení nebo i stavba.

2.1 Fáze životního cyklu výrobku:

- **Příprava**
Začíná prvním nápadem na vytvoření technického objektu, tato etapa končí rozhodnutím o realizaci technického objektu. Marketing definuje obecné požadavky na vlastnosti a design výrobku, čas uvedení na trh a cenové relace.
- **Návrh (konstrukce)**
Námět je do detailu rozpracován a jsou formulovány vlastnosti technického objektu, je vytvořena výkresová dokumentace a provedeny kontrolní výpočty, jestli TO splňuje požadavky kladené v přípravné fázi, základní činností v této fázi je tvořivost.
- **Realizace (výroba, montáž, stavba, testy)**
Je vybrán nejlepší návrh a padne rozhodnutí o jeho realizaci, vyrobí se prototyp, na kterém se zkouší, jestli TO splňuje všechny požadavky na něj kladené.
- **Předání**
Předání výrobcem uživateli, musíme prokázat vlastnosti formulované v návrhové etapě. Technický objekt je v této etapě připraven a předán zákazníkovi, kde je provedena jeho montáž, uvedení do chodu a zaškolení obsluhujících pracovníků.
- **Provoz**
Technický objekt plní funkci, ke které byl navržen, výrobce zajišťuje údržbu a potřebný servis.
- **Likvidace**
Technický objekt přestane plnit požadovanou funkci, technologický proces je zastaven a materiálová část je zdrojem pro jiný technický objekt.

2.2 Inovace technického objektu

Jedná se o změnu technického objektu danou vývojem np.:konstrukci, materiálu, povrchové úpravy atd. Vždy směřující ke zdokonalení nebo zlevnění technického objektu.

Definice inovace Evropskou komisí:

"Inovace je obnova a rozšíření škály výrobků a služeb a s nimi spojených trhů, vytvoření nových metod výroby, dodávek a distribuce, zavedení změn řízení, organizace práce, pracovních podmínek a kvalifikace pracovní síly."

[7]

Inovace v tomto pojetí představuje proces, který začíná nápadem nebo představou, následují různé stupně vývoje, které vyústí do samotné implementace. Inovace je rozhodující pro úspěch na dynamickém trhu a jedním z jejích hlavních cílů je snaha o zvýšení konkurenceschopnosti výrobků a tím zlepšování konkurenční pozice na trhu. Stručně řečeno, inovaci lze chápat jako centrální jev průmyslové dynamiky. Inovace mohou být technologické, materiálové, výrobní, organizační.

[1]

Inovace vzniká z důvodu:

- Zisku.
- Zvýšení bezpečnosti technických objektů.
- Estetických požadavků (nový design).
- Zlepšení vlastností, funkcí a výkonu technického objektu.
- Snížení ceny technického objektu.

Aby inovace mohla vzniknout, musí dojít k novým objevům v přírodních vědách, technologii výroby nebo vznik nových technologických principů.

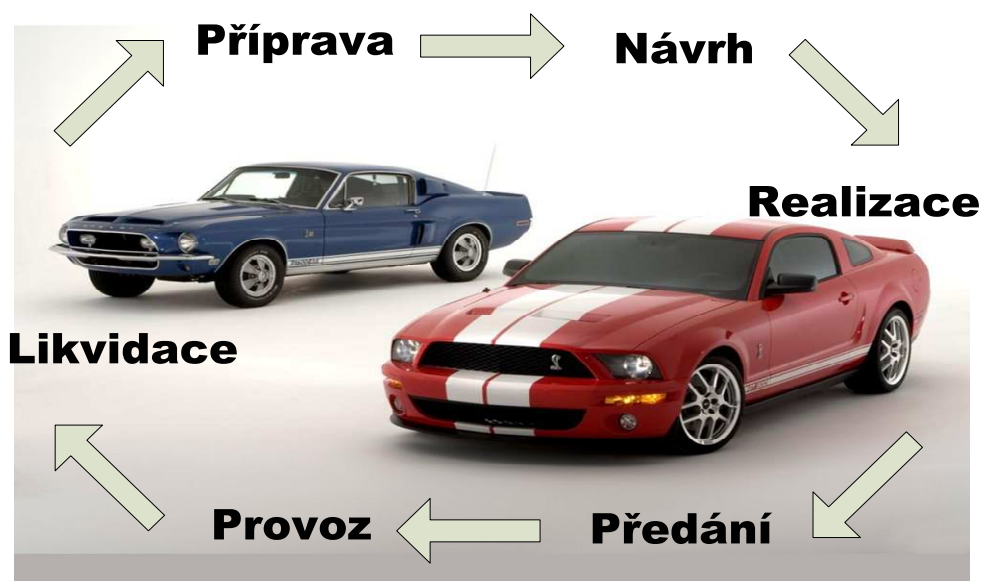


Schéma životního cyklu výrobku a inovace obr.: 1.

3 Konstruování

Je ve své podstatě tvůrčí činnost navrhování technických objektů (produktů, strojů), převádění myšlenek a návrhu do materiální formy. Cílem je:

- Zajistit správnou funkčnost a účinky technických objektů (systému).
- Dodat zákazníkovi kvalitní výrobek, který splňuje všechna jeho očekávání a bude mu sloužit po dobu své životnosti.
- Výsledkem by mělo být řešení problému podloženo formou technické dokumentace, podle které by se měl dát technický objekt (produkt, stroj) vyrobit.

Navrhování technických objektů dle zásady 3E (Ekologicky, esteticky, ergonomicky)

- **Ekologický**
Technický objekt šetří životní prostředí jak při výrobě, používání a taky při likvidaci.
- **Ergonomický**
Technický objekt by měl být snadno ovladatelný a nijak moc složitý, aby svého uživatele neobtěžoval, neunavoval nebo nepůsobil jinak negativně (v podstatě se jedná o tvar, označení a umístění ovládacích prvků, atd.).
- **Estetický**
Zákazník většinou vnímá a hodnotí technický objekt z hlediska vzhledu, proto by měl výrobek odpovídat současným trendům.

3.1 Konstruktor

Každý konstruktor svým řešením zadaného úkolu určuje jak technologii, tak i kvalitu hotového výrobku. Musí se snažit zajistit nízké náklady na vývoj a výrobu výrobku. Možnost dodržení nízkých nákladů umožňuje dobře organizovaný konstrukční proces a technologičnost konstrukčního řešení, proto nemůže ignorovat výrobní možnosti firmy. Dobrý konstruktor má splňovat určité kritéria a mít určité vlastnosti:

- Tvořivé myšlení.
- Představivost.
- Prostorové vnímání.
- Přehled o stávajících trendech v konstruování.
- Přehled o konkurenčních výrobcích na trhu.
- Znat vývoje a druhy dodávaných a nakupovaných komponentů.
- Přehled o normalizovaných dílech používaných v navrhované konstrukci.
- Přehled o aktuálním stavu výpočtových metod, mechaniky a pružnosti pevnosti.
- Vyznat se ve strojírenských materiálech.
- Znat technologie výroby.

Určité kritéria nebo podmínky, pro splnění konstrukčního úkolu může ovlivnit i zaměstnavatel konstruktéra a to:

- Potřebnou motivací a dostatečnou stimulací.
- Dobrým technickým vybavením.
- Vhodnými pracovními podmínkami.
- A poskytnutím potřebných relevantních informací.

3.2 Konstrukční proces

Konstrukční proces je technická a organizační činnost konstruktéra, jejímž výsledkem má být realizace nového návrhu nebo obnovení (inovace) stávajícího výrobku.

Účelem je navrhnout dobře prodejný výrobek dle požadavku zákazníka, který je schopný obstát na trhu i proti konkurenčním výrobkům. Cíl je odvozen z požadavku zákazníka a tyto požadavky jsou začátek konstrukčního procesu.

Výrobek by se měl dát jednoduše vyrobit, rychle smontovat, rozebírat a dobře skladovat, mělo by se s ním dát snadno manipulovat v průběhu výroby i v průběhu expedice. Konstrukční proces je jedním z transformačních procesů v životních etapách technického objektu počínající zadáním požadavků a končící jeho návrhem.

3.2.1 Popis obecného současného konstrukčního procesu

- **Zadání konstrukčního úkolu**


Zadání musí být přesně definované, správné a úplné, je třeba přesně určit hlavní cíle technického objektu (stroj, zařízení), stanovit základní technické parametry a finanční nároky, dostupnost. Dále musíme znát provozní podmínky, za kterých bude stroj pracovat a podmínky konstrukční práce. Dohodnout se na výrobě a zkouškách prototypů. Zadavatel může specifikovat i různé speciální požadavky a omezení, které je nutno splnit, buďto při vývoji výrobku, nebo je musí splňovat přímo konstrukční řešení.

- **Shromáždění informací**

Nastudování veškerých informací o dané problematice (začíná už při sestavení zadání). Zjistit stav současné techniky v dané oblasti jak v Čechách, tak i v zahraničí. Prostudovat veškerou dostupnou literaturu o dané problematice. A nashromáždit veškerá dostupná data z praxe.

- **Prvotní (konceptní) návrh**

Úvodní návrh je konceptní bez propracovaných podrobností, často je prováděn v několika variantách s různými způsoby řešení. Zahrnuje náčrty hlavních částí, předběžné provozní a rozměrové výpočty, návrh materiálu důležitých součástí, atd. Z každého jednotlivého návrhu musí být patrné, zda-li budou splněny všechny podmínky a parametry zadání úkolu a zda je každý jednotlivý návrh reálný.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 7
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- **Optimální varianta řešení**

Výběr nejvhodnějšího řešení bývá obtížný, protože jednotlivé varianty jsou zpravidla lepší jen v některých kritériích nebo jsou velmi podobné.

Kromě splnění parametrů zadání mohou být další kritéria posuzující vhodnost výběru řešení :

cena, vzhled výrobku, termín splnění úkolu, možnost rychlejší realizace, atd.

Optimální varianta může být sestavena také kombinací dostupných koncepčních variant nebo může být i pro další etapu souběžně řešeno několik variant.

- **Návrhový výkres – projekt**

Koncepční návrh je třeba zpřesnit a doplnit tak, aby mohl být podkladem pro tvorbu výrobních výkresů. Hlavní částí této etapy je **návrhová sestava**, která v sobě obsahuje:

úplné prostorové řešení celku i jednotlivých částí (součástí), velikosti a tvary všech součástí ověřené funkčními i pevnostními kontrolními výpočty; funkční a geometrické tolerance důležitých funkčních ploch, technické materiály důležitých součástí a výchozí polotovary, popis využití normalizovaných součástí a prvků nebo návaznost na ně. Dále bývá vytvořena **technická zpráva**, která obsahuje:

koncepci řešení, zdůvodnění výběru dané varianty, technický popis řešení, porovnání dosahovaných parametrů s požadavky v zadání, volbu materiálu, výpočty (provozní, funkční, pevnostní), porovnání s existujícími výrobky, upozornění na neobvyklé předpokládané podmínky (technologické, provozní, investiční nároky), zdůvodnění použitých materiálů.

- **Výrobní výkresy**

Podle návrhové sestavy se vytváří výrobní technická dokumentace, v první řadě výkresy součástí a výkresy sestavení, případně výkresy sestavení dílčích montážních jednotek, včetně seznamu položek (kusovníku).

- **Prototyp**

Podle výkresu součástí a výkresu sestavení je vyroben zkušební vzorek (prototyp). Ve srovnání s předpokládanou budoucí sériovou výrobou je prototyp zhotoven s mimořádnou pečlivostí a většinou i jinými technologickými postupy.

Použití prototypu :

K prověření, zda je dosaženo všech zadaných parametrů, vyzkoušení, zda je vzorek schopný pracovat v předpokládaných provozních podmínkách (při zkouškách se obvykle schválně navozují i horší podmínky), ověření výrobních výkresů.

Podle výsledků zkoušek se provádějí případné nutné úpravy výrobku, tzn. výkresů součástí a výkresy sestavení, výkresy sestavení dílčích montážních jednotek a kusovníku. Tato dokumentace je následně předaná daným technologickým útvarům pro výrobu technologické dokumentace a zahájení sériové výroby.

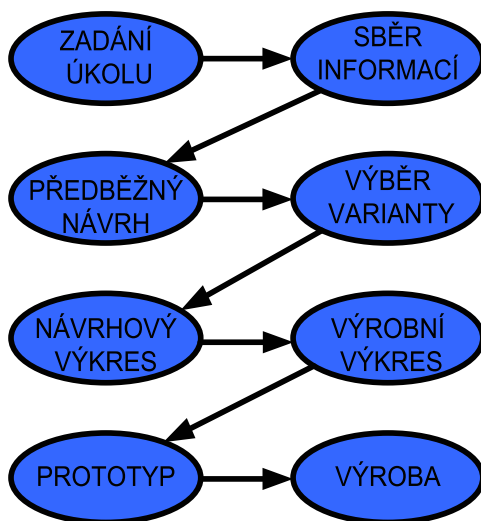
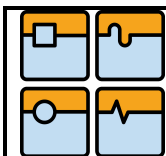


Schéma postupu obecného současného konstrukčního procesu obr.:2.

3.3 Jakost konstrukčního procesu

Jako přímé znaky jakosti konstrukčního procesu mohou sloužit následující faktory:

- Splnění zadaných požadavků.
- Krátká doba vývoje.
- Dosažení přijatelných nákladů na vývoj.
- Vysoká produktivita konstrukční práce.
- Malý počet konstrukčních chyb.
- Moderní a rychlý výsledný konstrukční návrh.
- Využití nových materiálů.
- Použití moderních a rychlých technologií.
- Dosažení vysokých poměrových ukazatelů (kilogramová cena, poměrný výkon atd.).

4 Přístupy ke konstruování

Jsou to způsoby a vědecky vypracované metody optimálního řešení konstrukčních úloh. Univerzální metodika pro řešení veškerých konstrukčních úloh neexistuje. Určitou metodiku využívá každý konstruktér, buď si časem vypracoval svůj postup, nebo si upravil pro sebe nějakou vyučovanou (nebo publikovanou) metodiku.

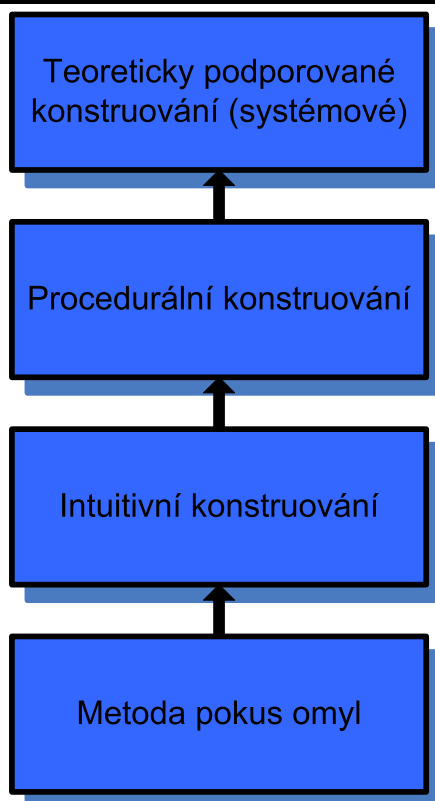


Schéma metodik konstruování řazených dle složitosti a kvality obr.:3.

Současné konstruování

V současnosti je nejvíc využíváno zkušeností, které jak už konstruktér získal studiem nebo praxí, více ceněné jsou zkušenosti nabyté v praxi. Nejrozšířenější a nejpoužívanější metody konstruování jsou intuitivní metody, metoda pokus-omyl, procedurální způsob konstruování a vědecký (systémový) způsob konstruování (Hubka & Edler).

Jak při konstruování, tak při samotné výrobě a řízení výroby dnes používáme a z části už i vyžadujeme použití výpočetní techniky. Ale počítač při konstruování není to hlavní, konstruovat bez počítače lze, ale bez konstruktéra ne. Dnešní postup konstruování je nutno přizpůsobit technice.

4.1 Metoda pokus omyl

Tato metoda je založena hlavně na intuici konstruktéra, není příliš podložena znalostmi. Konstruktér navrhuje TO bez jakéhokoli ověření jen dle své intuice. Po dokončení celkového návrhu, se TO realizuje (vyrobením prototypu).

Prototyp je vyzkoušen za daných provozních podmínek a tím je ověřena jeho funkčnost. Pokud nesplňuje všechny požadavky na něj kladené, vrátí se zpět na začátek návrhové etapy a celý návrh se zpracovává znovu, včetně výroby nového prototypu. Tento proces se opakuje tak dlouho, dokud TO nesplňuje zadané požadavky.

4.2 Metody intuitivní

Tuto metodu využívají konstruktéři s bohatými znalostmi a zkušenostmi, není to moc použitelná metoda pro absolventy, protože zatím nemají dostatečnou praxi.

Konstruktér využívá svoje zkušenosti a řešení, které už má praxí vyzkoušené a osvědčily se. Intuice může být podmíněná nebo provokovaná.

4.2.1 Podmíněná intuice

Konstruktéra napadne řešení samo od sebe, je to většinou okamžitý nápad.

4.2.2 Provokovaná intuice

Nápady jsou provokované úmyslně. Existuje několik metod provokované intuice:

- **Brainstorming** (Myšlenková smršť)
Je to metoda týmového řešení problému. Problém je řešen na schůzce, kde je nejdříve detailně specifikován cíl a vlastnosti, které mají být řešením. Poté všichni zúčastnění po určitou dobu vymýšlejí jedno řešení za druhým, schůzka by neměla trvat více než hodinu. Během schůze se nesmí nápady nijak hodnotit ani kritizovat a je zakázáno zůstat pasivní. Vyřčená řešení se zhodnotí na další schůzi o několik dní později. Hlavní nevýhodou je vznik mnoha absurdních nebo nekonstruktivních řešení.
- **Metoda 635** (Brainwriting)
Je to rovněž metoda týmového řešení pro 6 účastníků. Každý účastník na začátku schůze dostane papír, na který během 5 minut napíše 3 možná řešení, po té si papíry pošlou dál a k předchozím řešením, které napsal spolupracovník dopíše během 5 minut další jiná 3 řešení a pokračují dále, dokud nevyčerpají všechny své možnosti. Rovněž se nápady nemůžou hodnotit ani kritizovat. Zhodnocení nápadu je předmětem další schůze.
- **Synektická metoda**
U této metody spočívá řešení v tom, že skupina začne tvořit analogie jak už přímých, symbolických nebo fantastických řešení.
- **Metoda Gorgona** (modifikace brainstormingu)
Problém zná pouze jeden člen skupiny, který vyvolává diskuzi na podobné téma, které daný problém obsahuje, snaží se zmenšit okruh daných možných řešení. Pět řešení se hned hodnotí a kritizuje, na konci většinou zůstane jedno konkrétní řešení.

- **Metoda Delfi**

Je to také týmová metoda, kdy každému z členu týmu dáme papír, na který anonymně napíše svoje řešení problému a ne svůj názor na řešení problému. Poté tyto řešení zhodnotíme. Tuto metodu můžeme používat i pokud chceme znát jiné názory na už vymyšlené řešení.

- **Metoda Philips 66**

Na začátku vedoucí rozdělí řešitele do skupin, poté definuje problém, každá skupina má řečníka a má vymyslet vlastní řešení zadaného problému nebo úlohy (nebo vysvětlit svůj postoj již k nalezenému řešení).

(V této kapitole jsem popsal nejznámější týmové metody řešení jak konstrukčních tak i úloh v jiných oborech řešených intuicí.)

Nedostatky intuitivních metod:

- Je menší pravděpodobnost, že se najde vhodné řešení, než u systematických metod.
- Výsledky obsahují mnoho chyb a nesprávných řešení.
- Nezaručují, že došlo k vyčerpání všech možných alternativ a že lepší řešení již neexistuje.
- Pro použití těchto metod musí mít řešitelé opravdu hodně zkušeností a to jak získaných prací, tak i studiem.
- Nejlépe je účelně kombinovat metody intuitivní s metodami systematickými.

Pro správný průběh řešení dle intuitivních metod musíme dodržet určité zásady:

- Musíme rozdělit tvůrčí fázi od kritické.
- U většiny intuitivních týmových metod řešení bychom měli stanovit minimální počet vymyšlených řešení (platí pravidlo čím víc vymyšlených řešení tím lépe).
- Měli bychom volit vhodný čas kdy začít řešit zadaný problém nebo úlohu, aby fyzická i psychická kondice lidí, kteří úlohu řeší, byla co nejlepší a zajistit lidem co nejmíň stresu (měla by panovat pohodová atmosféra).

4.3 Procedurální konstruování

Jde o konstruování podle předepsaných norem (VDI 2221, BS 7000, ...). K řešení se blížíme malými obvykle iterativními kroky, na základě více či méně známých pokynů, směrnic normativů. Volíme, pokud je předepsaný postup nevyhnutelný nebo výhodný.

4.3.1 Konstrukční standardizace

Spočívá v tom, že výrobky navrhnuté konstruktérem se pro danou firmu normují. Výhodou je zvýšení opakovatelnosti výroby, zkrácení přípravy výroby, zkvalitnění a zrychlení oprav, snížení nákladů.

Hlavní směry:

- **Typizace**
Výběr podobných typů výrobku a vybrat pro všechny optimální jedno řešení, výsledkem je vytvoření typové řady výrobku.
- **Unifikace**
Řešení umožňuje zaměnitelnost jednotlivých součástí a možnost opakovaného používání u dalších výrobků.
- **Dědičnost**
Vše, co je v dosavadních zkonstruovaných strojích užitečné a dobře plní svoji funkci můžeme použít v námi navrhovaném zařízení. Na druhou stranu by si konstruktér neměl nechat nijak omezovat svůj tvůrčí potenciál, již vymyšlenými řešeními.
- **Stavebnicové řešení**
Výrobek je vytvořen sestavením standardních stavebnicových uzlů a jiných částí dle individuálních požadavků.

4.4 Vědecké konstruování (teoreticky podložené, systémové)

Jde o systematické myšlení, které vychází ze současného stavu vědeckého poznání jevů a procesů a z logiky zákonitosti vývoje analyzovaných problémů. Společným metodickým základem systematického způsobu tvořivosti jsou vědecké metody poznání.

[6]

Pro projekt jako celek, potřebujeme víc variant řešení, dostatek času a prostředků. Řešení hledáme systémově s teoretickou podporou poznatků.

Technický objekt rozdělujeme do konkrétních fází a kroky a stanovuje jejich optimální posloupnost. Cílem je co v nejkratší době s minimálními náklady nalézt spolehlivé řešení.

Používají se hlavně tyto:

- **analýza**
Myšlenkové rozčlenění objektu na jeho prvky, vymezení jeho určitých znaků a jejich samostatné zkoumání. (Porovnání: stroj se rozebere na součástky- demontáž.).
- **syntéza**
Myšlenkové spojení součástí, předmětů, jevů v jeden celek (montáž).

- **abstrakce a zevšeobecnění**
Myšlenkové vymezení, vybrání jednotlivých v dané úvaze podstatných znaků, jevu nebo předmětu a vynechání ostatních znaků bez prozkoumání. Tím se dostaneme k podstatě problému.
- **konkretizace**
Postup, kdy se obecné pojmy, znaky a vztahy určují do konkrétního charakteru. Přiblížení se k tomu, co nám poskytuje smyslová zkušenost, co je nám názornější a známější.
- **indukce a dedukce**
Indukce - úsudek, který směřuje od zvláštních případů k obecné poučce. Dedukce - na základě všeobecného poznatku vyvozuje určitou souvislost nutnou pro konkrétní případ. Oba druhy úsudků se uplatňují v těsné souvislosti, proto se většinou vyskytují společně.
- **Úsudek**
Odvození jednoho výroku z výroků jiných.

Řešení úkolu je syntéza poznatků získaných analýzou nebo abstrakcí z reálných skutečných jevů. Jde o logicky vědecký orientovaný myšlenkový proces postupného vytváření hypotéz s předvídáním účinků

[6]

4.4.1 Technika a technický systém

Technika je cílevědomé vytváření, udržování, využívání a likvidace technických produktů (tj. nástrojů, strojů, zařízení, konstrukcí atd.).

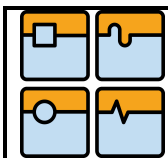
Technický systém je termín zaveden v konstrukční vědě a je chápán jako strojní technický objektový systém. Každý konstrukční úkol je řešen za určité konkrétní konstrukční situace, která ovlivňuje způsob konstruování a tím i účinnost konstrukčního procesu a kvalitu navržených konstrukčních systémů.

„Technický systém je možné si představit jako množinu technických prvků modulů známých funkčních vlastností, které jsou navzájem propojeny hmotovými, energetickými a informačními toky a jejichž souborné působení na okolí má charakter technických vlivů. Integrální součástí technického systému je systém řízení jeho působení na okolí, tedy systém řízení technického procesu, který technický objekt (systém) zabezpečuje.

To odpovídá realitě. Technický systém je většinou vytvářen jako komplexní celek, tzn. včetně prvků, které zabezpečují řízení jeho funkcí. Hlavní funkce technického systému je pak předmětem projekčního řešení technického objektu či zařízení v pojetí představovaného jako systémová úloha. Řešení systémové úlohy je komplexní pouze tehdy, jsou-li do struktury organizačních vazeb mezi prvky systému zakomponovány i vazby vznikající jako produkt jeho funkcí dílčích.“

[4]

Technickou praxí rozumíme navrhovat a vytvářet technické objekty (díla, konstrukce, stroje, zařízení).



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Stroj: „technický výrobek na bázi mechanismů, který ulehčuje a nahrazuje fyzickou, popřípadě z části i duševní práci člověka.“

Nástroj: „technický výrobek, který ulehčuje (pouze) práci člověka“

Systém: „uspořádaná množina prvků a jejich vazeb sestavená k nějakému účelu“
[2]

Technický systém by měl mít tyto základní vlastnosti:

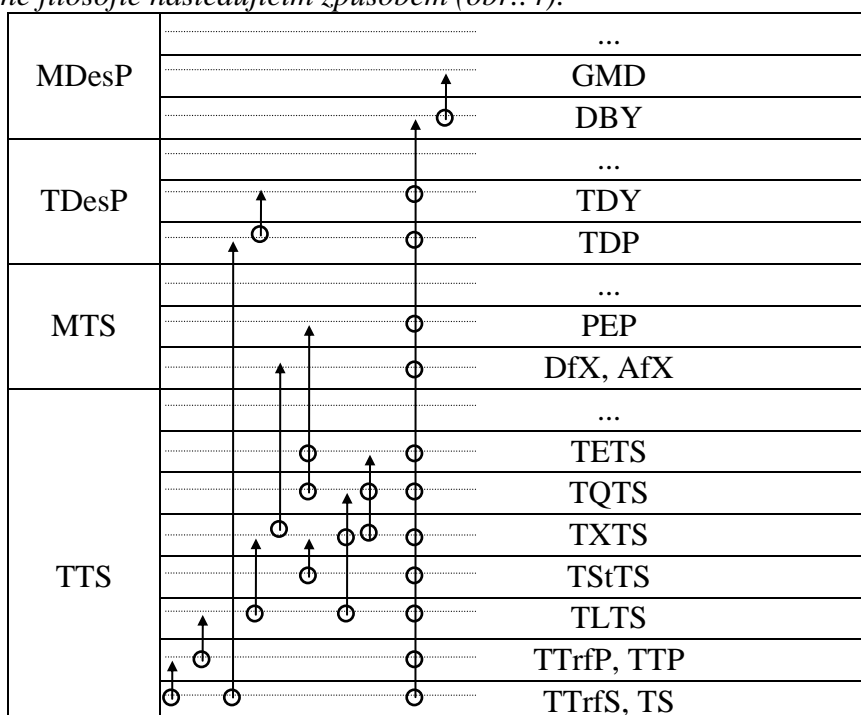
- Potřebnost (v době provozu).
- Kvalitu (plnění požadované funkce v době provozu).
- Realizovatelnost.
- Komerčnost (úspěšnost na trhu).
- Dostupnost (dostatečná produkce).

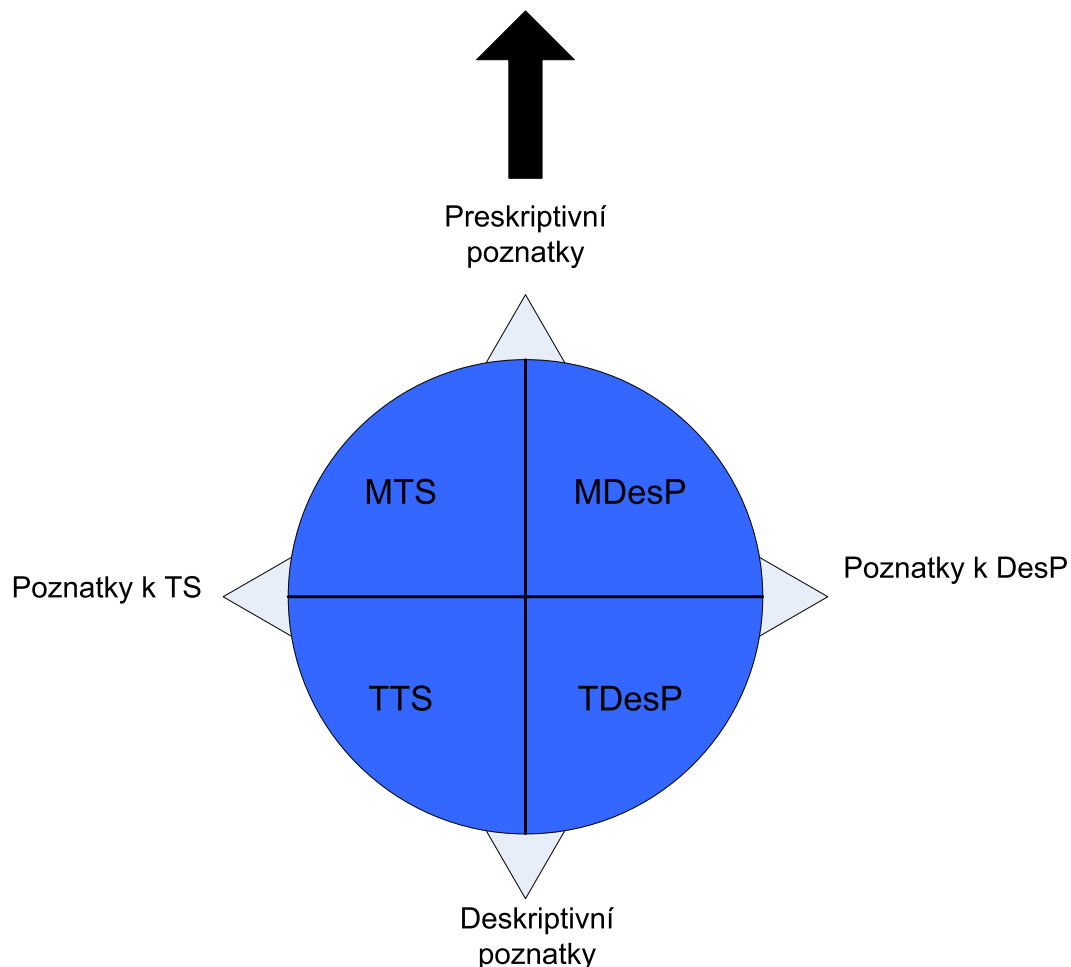
Další požadované vlastnosti:

- Spolehlivost provozu, životnost, adaptabilitnost při změně podmínek, malá rizikovost, ergonomičnost, udržitelnost, důsledky z hlediska ekologie, recyklovatelnost.

4.4.2 Systémové konstruování dle prof. Hubky

Koncepce Engineering Design Science na bázi teorie technických systému, (pojetí WDK, která byla široce aplikována na katedře konstruování strojů Západočeské univerzity v Plzni jak v oblasti pedagogiky, tak výzkumu) se podstatně odlišuje od tradičních přístupů. Její základnou je systematické a transparentní uspořádání všech základních oblastí konstrukčních poznatků do čtyř „kvadrantů“ (Obr.:4), které jsou vzájemně provázány v duchu výše uvedené filosofie následujícím způsobem (obr.:4):





Základní struktura poznatků Engineering Design Science (konstrukční vědy/nauky) na bázi teorie technických systémů (pojetí WDK) obr.4 [9]

Poznatky k TS - k technickému systému (objektu konstruování)

Poznatky k DesP - ke konstrukčním procesům

Deskriptivní poznatky - popisná teorie „o“ (dtto)

Preskriptivní poznatky - údaje, pravidla, metody „jak“ docílit (dtto)

Deskriptivní - teoretické poznatky k technickým systémům (TTS):

- *Teorie transformačních systémů (TTrfS) včetně úlohy technických systémů (TS)*
- *Teorie transformačních procesů a technických procesů (TTrfP, TTP) - na bázi TTrfS*
- *Teorie životních cyklů výrobku / technického systému TS (TLTS) - na bázi TTrfS*
- *a TTP.*
- *Teorie struktur TS (TSstS)*
- *Teorie vlastností (X) TS a jejich vztahů (TXTS) - na bázi TLTS a TSstS*
- *Teorie kvality TS (TQTS) - na bázi TXTS, TLCTS, atd.*
- *Teorie vývoje TS (TETS) - na bázi TQTS, TXTS, atd.*

...

Preskriptivní - metodické poznatky k technickým systémům (MTS):

- Konstruování z hlediska vlastností, jak pro syntézy, tak pro analýzy TS - Design for X (DfX) – na bázi TXTS, atd.
- Předvídání vývoje vlastností TS (FEP) – na bázi TETS, TQTS, atd.

...

Deskriptivní - teoretické poznatky ke konstrukčnímu procesu (TDesP):

- Teorie konstrukčního procesu (TDesP) – na bázi TTrfS, atd.
- Teorie hierarchické struktury konstrukčních operací (činností) (TDO) – na bázi TDesP, atd.

...

Preskriptivní - metodické poznatky ke konstrukčnímu procesu (MDesP):

- Strategie, metody a principy konstruování (MFY) – na bázi TDesP, MTS a tudíž propojené s celou teorií technických systémů TTS
- Obecný model postupu konstruování (GMED) – na bázi MFY, tudíž na TDesP, MTS a tím opět propojený s celou teorií technických systémů TTS

...

Poznámka:

- Zkratky odpovídají názvům jednotlivých oblastí poznatků v angličtině.

[9]

4.4.3 Nejznámější systematické metody:

- **Kontrolní systém otázek**
Nejjednodušší metoda tvoření alternativ. Jsou-li otázky správně navrženy, je tato metoda účelná a efektivní.
- **Metoda bezprostřední aplikace**
Technický problém lze řešit tak, že s určitým technickým prostředkem nebo postupem nakládáme jinak, než bylo doposud obvykle.
- **Metoda analogie**
Řadu poznatků lze získat z podobných situací v přírodě nebo jiných vědních oborech.
- **Metoda porovnání funkcí**
Princip spočívá ve snaze najít předmět, který by tutéž nebo podobnou funkci plnil lépe a hospodárněji než předmět analyzovaný.
- **Metoda porovnání podobnost**
Podstatou je vyhledání výrobků (činností), které jsou tvarem, složením, rozměry, hmotností atd. podobné výrobkům (činnostem), které jsou předmětem tvorby. Nejde o podobnost funkcí, ale o srovnání jen vnějších podobností předmětu, funkčně někdy zcela odlišných.
- **Metoda inverze**
(kinematické obrácení). Při použití této metody dochází k vzájemné záměně funkcí prvků řešení, čímž může někdy konstrukce získat nové vlastnosti.

- **Metoda agregace**
Spočívá v takovém spojení technických prostředků nebo operací, kterými se dosahuje souhrn účinků jednotlivých prvků agregátů při jejich individuálním použití.
- **Metoda agregace a dezagregace funkcí**
Znamená v podstatě vypuštění nebo přidání prvků v základním řešení.
- **Metoda dimenzování**
Podstatou této metody je zvětšení (sčítáním nebo násobením) nebo zmenšení (odčítáním nebo dělením) prvků v novém řešení. Cílem je dosáhnout většího efektu než má původní řešení.
- **Metoda morfologická**
Je prostředkem pro vyvolávání asociačních pochodů s cílem hledání myšlenek pro novou koncepci návrhů. Spočívá v tom, že se problém rozloží na několik základních funkcí a pro každou z nich se sestaví všechna známá a možná řešení. Z této množiny se potom odvodí nové kombinace.
- **Metoda kombinace**
Technický předmět se obvykle skládá z velkého počtu dílčích částí, z nichž každou je možno definovat celým řadem znaků. Abychom zabránili tomu, že do provozu řešení zavedeme jen známé prvky se známými kombinacemi, je účelné předmět rozdělit schematicky na jednotlivé dílce a stanovit možnosti tvarů, materiálů a technologie. Jejich vzájemnou kombinací je možno najít velký počet řešení.
- **Metoda kombinace s interakcí**
Patří k nejobtížnějším a nejsložitějším metodám tvůrčího myšlení. Provádí se takové slučování prvků a operací, při kterém se dosáhne vzájemným působením nově zkombinovaných prvků nebo operací nového vyššího účinku než je prostý součet účinků, které měly jednotlivé prvky kombinace při jejich individuálním použití.
- **Konstruování pomocí katalogů**
Velmi vhodné je použití katalogů při obrácených úlohách a takových, které vykazují jistou obecnost. Lze požit katalogy dodavatelů nebo sbírky řešení. Obzvlášť výhodné jsou systematicky vybudované katalogy, protože kromě vysokého stupně úplnosti umožňují též poznat charakteristické znaky a vlastnosti při porovnání. Při systematickém přiřazení znaků řešení k podmínkám dané úlohy lze vhodné řešení okamžitě převzít anebo získat nové podněty.

V praxi se nejčastěji používá kombinace uvedených metod.

4.4.4 Základní operace obecného konstrukčního systému:

- **Zpřesnění úkolu**
Specifikace požadavku na výsledek.
Požadavky: Stanovené zákazníkem, obecné předpoklady, požadavky závazné zákonem předpisy a patenty.
- **Hledání řešení úkolu**
Hledání technických prostředků, které odstraňují nedostatky, docilují požadovaný stav operandu a to pomocí svých účinků.
Návrh elementární vlastnosti TS tak, aby byly optimálně splněny požadavky na vlastnosti TS.
- **Hodnocení a rozhodování**
Ohodnotit alternativy a varianty řešení a vybrat pro dané podmínky optimální řešení.
- **Sdělování a řešení**
Předání, prezentace řešení, a jejich archivace.
Informace se musí sdělovat jasně, jednoznačně a úplně.
Dále informace musíme archivovat a to spolehlivě a s ohledem na jejich jednoduché vyhledávání.
- **Vyhledávání a zpracování informací**
Průběžná podpora prací na každém konstrukčním úkolu. Důležité je mít správné informace ve správný čas. Informace musí mít: věcnost, srozumitelnost, jednoznačnost, přehlednost, ověřitelnost a úplnost.
Zdroje informací: vlastní vědomosti, informace od kolegů, časopisy, knihy, normy, katalogy, výrobní podklady, průzkumy trhu, zprávy z veletrhů a výstav, vědeckotechnické informace a informace o konkurenci.
- **Zobrazení**
Účelové zobrazení vlastnosti technického systému pro potřeby: představy, uchování nebo sdělování řešení.
- **Kontroly**
Zjišťování správnosti a optimálnosti dříve provedených prací (nalezení chyb). Chyby se vyskytují vždy, lepší varianta je proto provádět kontrolu souběžně s tvorbou.

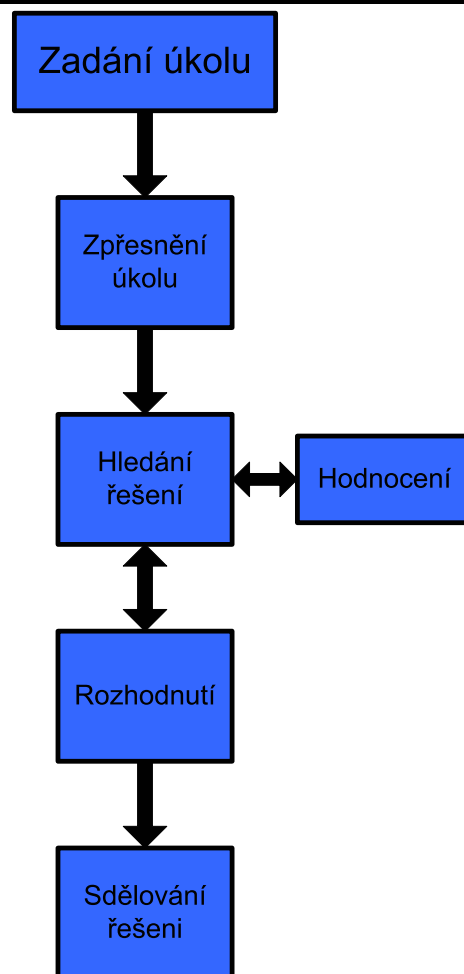


Schéma základních operací obecného konstrukčního systému obr.:5.

4.4.5 Metoda TRIZ

TRIZ - tvorba a řešení inovačních zadání, vede uživatele od nejasné problémové situace, přes detailní rozbor systému ke správné formulaci zadání inovačních úloh, až k návrhům variant řešení. TRIZ je vysoce vědeckým způsobem řešení inženýrských inovačních úloh. Nabízí dva účinné prostředky, které při dobrém pochopení a zvládnutí, mohou být velmi užitečné pro inženýry i manažery:

- *prokázanou schopnost zvýšit kreativitu uživatelů a překonávat bariéry psychologické setrvačnosti;*
- *soubor zákonitostí vývoje technických systémů, umožňujících předvídat vývoj budoucí generace výrobků a metod.*

Vychází ze dvou zásad, že:

- *Technické systémy se rozvíjejí vždy překonáváním technického nebo fyzikálního rozporu;*
- *Vznik a rozvoj technických systémů probíhá ve shodě s objektivními trendy rozvoje techniky.*

Obsahuje dvě části, které se doplňují:

- *Funkčně nákladovou analýzu (FNA), která pomáhá odpovědět na otázku "co?" zdokonalovat a "proč?". Promyšlené odpovědi na tyto otázky pomohou přesně formulovat úlohu – základní předpoklad racionálního řešení.*
- *Algoritmus řešení invenčních zadání (ARIZ), který vede řešitele na cestě "jak" problém řešit, tj. identifikovat a řešit technické rozpory v problému a fyzikální rozpory v technických rozporech a využívat přírodní vědy při řešení.*

Cílem metody je dosáhnout ideálního výsledku odstraněním psychologické setrvačnosti a dalších bloků a zábran myšlení při tvůrčí práci a při maximálním využití všech systémových zdrojů.

[1]

Výběr jen několika firem: 3M, Abbott Laboratories, Allied Signal, AMP Inc., Becton, BMW, Dickinson, Digital, Hilti, Kodak, Ford, IBM, Lockheed, Motorola, NASA, Rowenta, Saab, Siemens, Xerox a mnoho dalších světových firem a významných univerzit včetně MIT.

[5]

4.4.6 QFD

QFD je systematický proces, který pomáhá specifikovat požadavky zákazníka a bere je na zřetel po celou dobu výroby a řízení celého životního cyklu výrobku.

Quality Function Deployment je metodou plánování jakosti založenou na principu maticového diagramu. Představuje strukturovaný přístup pro stanovení potřeb a požadavků zákazníka a jejich transformaci do dalších etap plánování jakosti a vývoje výrobku a procesu jeho výroby.

Pomocí řady maticových diagramů se zpracovávají informace zohledňující různé aspekty návrhu výrobku či jeho dílů nebo procesu. V praxi se uplatňují dva přístupy metodě QFD, které se liší počtem analyzovaných maticových diagramů:

- **Čtyřmaticový přístup**
příslušné maticové diagramy se zaměřují na plánování výrobku, kdy se požadavky zákazníků převádějí do znaků jakosti výrobků, na plánování dílů, kdy se znaky jakosti výrobků převádějí do znaků jakosti dílů, na plánování procesů, kdy se znaky jakosti dílů převádějí do parametrů operací a na plánování výroby, kdy se parametry operací převádějí do výrobních postupů.
- **Přístup využívající 30 maticových diagramů**
(matice matic) jde více do hloubky a je vhodný u projektů, které vyžadují detailnější pochopení všech aspektů zpracovávaného návrhu.

[1]

4.4.7 Simultánní inženýrství

Cílem je současně vyvíjet výrobek a navrhovat výrobní proces (systém) tak, aby celkový čas na inovaci byl co nejkratší a byla dosažena vyšší úroveň kvality. Základem je aby, jak tým, tak jednotlivci pracovali na jednotném modelu. Hlavní je model geometrický, ale na výrobku pracujeme jako na systému a řešení hledáme i v rámci výroby.

- TQM.
- Řízení projektů.
- Rapid prototyping.
- Virtuální prototyping.

4.4.7.1 TQM

Total Quality Management

Systém k zajištění kvality technického objektu. Řídí se tím, že je výhodnější udržovat kvalitu od začátku výrobního procesu, než ve finále odstraňovat nedostatky. Při řízení kvality vycházíme z vnitřního hodnocení konstrukčního procesu. Prioritou je vědět, čeho se má dosáhnout a jak pokračovat dále při inovacích.

Systém využívá kroužků kvality – na všech pracovištích se za pomoci sedmi nástrojů a sedmi nových nástrojů kvality, identifikují problémy a hledá se jejich řešení. Účelem je neustálé zvyšování kvality, snižování nákladů, zlepšování ochrany životního prostředí a zvyšování bezpečnosti práce.

Systém je velmi pružný, schopný reagovat na aktuální potřeby zákazníka. Jednou z hlavních složek v systému je motivace, akceptující úspěch jednotlivce, tak i pracovního týmu. TQM zahrnuje všechny osoby na všech úrovních podnikové hierarchie.

Je založen na:

- Sdílení cílů.
- Poznání zákazníků a splnění jejich očekávání.
- Mít velké, ale reálné cíle.
- Efektivní zpětná vazba.
- Zkoumání všech nákladů kvality (opravy a servis jsou zvýšením nákladu).
- Vývoj systémů a postupů podporujících kvalitu a zlepšování.

4.4.7.2 Řízení projektů

Product Lifecycle Management

Systém určený pro řízení životního cyklu výrobku. Není to jeden software, ale kombinace několika (CAD, CAM, CAQ,...). Produkt je řízen od první myšlenky až po likvidaci. Zahrnuje v sobě veškeré informace pro návrh, výrobu, prodej, servis, inovaci a likvidaci produktu. Zajišťuje provázaný tok informací nezbytných při vývoji výrobku a dovoluje sledovat informace vznikající v libovolné fázi života výrobku.

Nový projekt začne studií trhu a vytvořením zadání. Všechny další kroky se již odehrávají v prostředí PLM, od návrhu, vytvoření výkresové dokumentace, vytvoření modelu, přípravy výroby, výroba výrobku a montáž výrobku.

PLM je týmovou metodou a plně podporuje komunikaci a spolupráci mezi týmy, jak už v návrhové, konstrukční nebo výrobní etapě.

Product Data Management

Je to nástroj pro správu dat o výrobku, je určen pro archivaci, výměnu a analýzu digitálních dat. Tyto systémy usnadňují a zefektivňují jak tvorbu, tak i práci s výkresy, kusovníky a dalšími technickými dokumenty. Podporují celou řadu datových formátů a jsou přímo určeny pro podporu týmové práce.

Cílem systémů PDM je:

- Zkrácení vyhledávacích časů.
- Zefektivnění činnosti pracovníků různých oddělení pomocí kontrolovaného a rychlého přístupu k již jednou vytvořeným a uloženým datům.
- V jednom systému jsou uchovány veškeré informace o všech fázích životního cyklu výrobku.

4.4.7.3 Rapid Prototyping

Je to technologie umožňující rychlou a levnou výrobu 3D modelů. Výkres součásti nakreslený v CADu je uložen v daném formátu a zkopírován do výrobního zařízení, které model vyrobí bez zásahu zvenčí.

Na rozdíl od obráběcích metod, je u RP materiál po vrstvách přidáván a ne odebrán. Součást je pro výrobu rozdělena na vrstvy o tloušťce cca desetiny mm. Každá vrstva má svůj 2D tvar. Model vznikne kladením jednotlivých vrstev na sebe. Tak to lze poměrně snadno vyrobit i geometricky složité (3D) předměty, protože výrobní postup není na geometrické složitosti závislý.

Použití:

- Prostorové zobrazení součásti (zlepšení představy jak bude hotová součást vypadat).
- Kontrola (kontrola tvaru).
- Vývoj součásti.
- Optimalizace (jednodušší výběr nejlepší varianty řešení).

Nevýhody:

- Malá přesnost.
- Nekvalitní povrch (vznik schůdků).
- Nevhodnost pro masovou výrobu.
- Malý výběr materiálů.
- Nelze vyrobit velké součásti.

Výhody:

- Součásti mohou mít téměř libovolnou geometrii.
- Výroba i příprava je převážně automatická.
- Výroba je rychlá a levná ve srovnání s konvenční metodou výroby.

Nejznámější metody:

- **Stereolitografie**

Představuje nejpreciznější metodu tvorby fyzického 3D modelu. Materiálem je tekutá epoxidová pryskyřice. V tekutině je umístěna základová deska, na které je stavěn model tím, že laserový paprsek vytvrzuje po jednotlivých vrstvách obrys na hladině.

- **Plastic-laser-sintering**

Je to technologie, při níž je laserovým paprskem vytvrzována prášková substance (polyamid nebo polykarbonát). Prášek je rovnoměrně rozmístěn na platformu a následně jsou jednotlivé částičky prášku spékány laserovým paprskem dle obrysu a tím je po jednotlivých stavebních vrstvách vytvořen model.

- **Metal-laser-sintering**

Materiálem je kovový prášek vysypán na platformu, prášek je vytvrzován laserem po vrstvách dle obrysu součástí.

4.4.7.4 Virtuální prototyping

Počítačová simulace technického problému. Chování virtuálního prototypu je srovnatelné s chováním fyzického prototypu.

Výhody :

- Lze zmenšit počet fyzických modelů.
- Menší náklady než na tvorbu fyzického modelu.

5 Počítačová podpora konstruování

Za posledních 30 let počítače dosáhly obrovského rozmachu, v dnešní době se již ustupuje od kreslení výkresu ručně, veškeré výkresy se kreslí s využitím počítačové podpory a CAD programu.

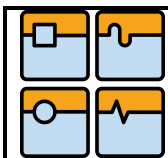
Výpočetní technika byla obrovským přínosem jak pro technologii, tak pro konstruování, hodně se zvýšila produktivita práce a pomocí výpočetních softwarů můžeme řešit mnohem složitější a náročnější TO.

5.1 CAx technologie

Podporují tvůrčí přístup uživatele při řešení úloh souvisejících s konstrukčním procesem.

Výhody použití CAx technologií:

- Lepší spolupráce mezi zainteresovanými pracovníky.
- Snadná tvorba velkého počtu variant a modifikací návrhu.
- Využití optimalizačních metod.
- Dokonalý informační systém.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

- **Computer Aided Design (drafting)**

počítačem podporované konstruování (kreslení). CAD zahrnuje počítačovou grafiku, uživatelský interface, analýzu a geometrické modelování.

[8]

Návrh výrobku ve formě 2D výkresové dokumentace, nebo jako 3D model.
Programy: AutoCAD, Inventor, SolidEdge, SolidWorks, VariCAD, CADKAY, CATIA, Pro/Engineer...

- **Computer Aided Manufacturing**

počítačem podporovaná výroba. Zahrnuje řízení výroby v reálném čase především s použitím CNC a DNC systémů a robotů.

[8]

Geometrie výrobku může být předtím nakreslena pomocí CAD systému nebo je nakreslena přímo do SW CAM. Cílem CAM modulů je zjednodušit programování a snížit NC a CNC programovací náklady. Standardem se stává automatické obrábění 3D modelů, nezávisle na složitosti dílů. Uživatel zadává postup obrábění, potřebné tolerance a přídatky, dráhy nástrojů se propočítávají automaticky. Systémy dokáží navrhnout i nejlepší postup obrábění, popř. optimalizovat celý proces obrábění. Uživatelské chyby při zadávání parametrů jsou pomocí vnitřní, kontrolní logiky systému takřka vyloučeny.

Programy: EdgeCAM, MasterCAM, SolidCAM, PowerMill...

- **Computer Aided Process Planning**

Počítačem podporované plánování výroby, včetně sledování termínů zakázek a požadavků na materiál a nářadí.

- **Computer Aided Assembling**

počítačem podporovaná montáž v předvýrobní, výrobní i odbytové fázi.

- **Computer Aided Duality**

Počítačem podporované řízení kvality v průběhu a na konci výrobního procesu.

[8]

Počítačem podporované řízení kvality v průběhu a na konci výrobního procesu. Přínosem je výroba, měření a následná regulace procesu bez zbytečných zdržení.

- **Computer Aided Engineering**

počítačová podpora inženýrských prací, tj. projektování z hlediska funkce a technologičnosti.

[8]

Jsou to programy usnadňující technické výpočty a analýzy vedoucí k optimalizaci funkčnosti, geometrie a rozměrů nového výrobku.

Programy: MITCalc, EPLAN, ANSYS, integrované funkce v CAD...

- **FEM - Finite Element Method** (systémy pro analýzy pomocí metody konečných prvků) doplňují CAE systémy o programy, které řeší úloh v mechanice, pružnosti pevnosti, termice, elektrostatische a celé řadě jiných oblastí. Tato systémy úzce souvisí s oblastí návrhu, optimalizace geometrie a určení mechanických vlastností nového, případně inovovaného výrobku.

5.2 Kombinace CAx technologií

Systém CIM, který zahrnuje kombinaci CAD/CAM s obchodními odděleními i s řídicími složkami podniku. Takto integrovaný systém má základní přednosti v tom, že:

- Konstrukteři mají přístup k informacím o standardních komponentech, cenách materiálu i strojním vybavení.
- Řídicí pracovníci ve výrobě mohou zajistit komplexní řízení produkce na základě skutečného stavu.
- Obchodní oddělení rychle získá přehled o okamžitém stavu výroby.
- Ekonomové mají okamžitý přehled o nákladech jednotlivých činností v podniku.
- Celý podnik může rychle reagovat na speciální požadavky zákazníků.

Součástí velkých CAD/CAM systémů jsou i CAQ moduly, které slouží ke zjištění odchylky mezi CAD modelem a skutečně vyrobenou součástí

Etapy výroby

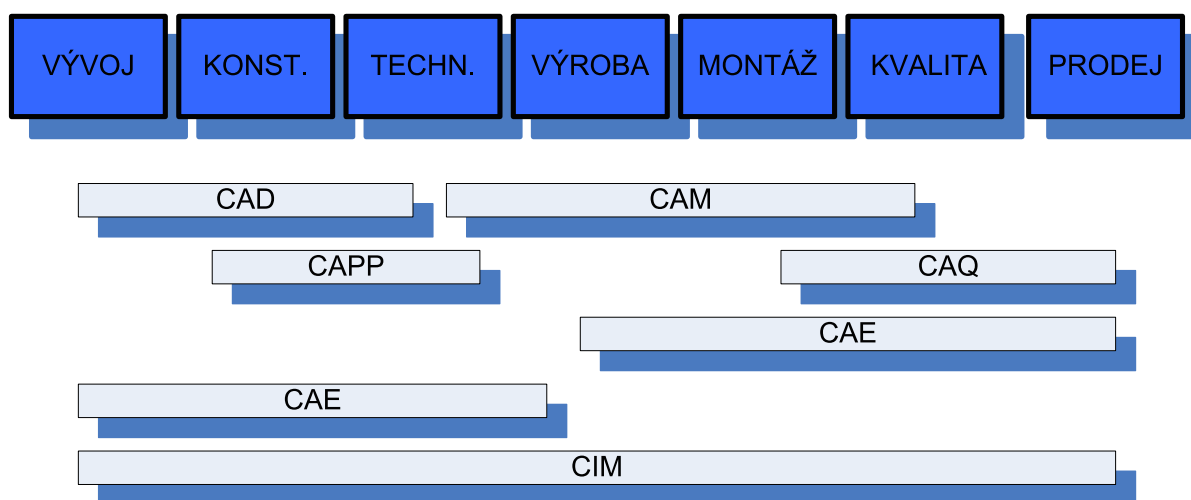


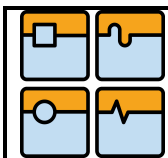
Schéma počítačové podpory ve fázích výroby obr.:6. [6]

6 Porovnání současných a moderních metod konstruování

Rostoucí tlak na snižování nákladů na výrobu i celkové ceny výrobků, kratší dobu vývoje a trvalé zlepšování kvality a růst všestrannosti produktů způsobené zvyšujícím se podílem elektroniky a softwaru.

Zapříčiňuje obrovský rozvoj jak už nových technologií výroby, tvorbu výkonnějších a přesnějších strojů, obrovský rozvoj softwaru podporujících konstruování, výrobu, prodej, inovaci, tak i stále se rozvíjející nové konstrukční metodiky a celkové systémy řízení výroby.

Pouze úplná integrace všech procesů a dat, začínající návrhem a konče prodejem, servisem a údržbou, spolu s odpovídajícími IT řešeními a desingem dovolí výrobcům splnit nároky dnešního a zítřejšího trhu.



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Takže hlavním cílem veškerých konstrukčních metod by mělo být zkrácení celkového času vývoje a náběhu výrobků do výroby a na trh.

Místo samotného procesu vývoje a přípravy výroby se umožňuje pracovníkům pracovat paralelně a to jak v celé firmě, tak ve spolupráci se subdodavateli a zákazníky. Proto také říkáme, že systém CAD sám nestačí.

Systémy se stále více otevírají k ostatním systémům z kategorie CIM i k Rapid Prototyping.

Moderní systémy podporují týmovou práci, snaží se o co největší podporu kreativity pracovníků a přitom zjednoduší a urychlit výrobu a eliminovat chyby. Dochází k užší spolupráci výrobců specializovaných systémů. Tím vznikají komplexní systémy, které nabízejí řadu modulů v jednom systému. Veškeré metodiky konstruování již dnes využívají CAx softwaru nebo jiných forem počítačové podpory konstruování, které nahradily rýsovací prkna.

Nasazení systémů 3D CAD a CAM urychlí a zjednoduší práci konstruktéra, který si může názorně představit to, co právě tvoří. Na sestavě výrobku, kde se vyskytují různé typy součástí, si může názorně ověřit zda nedojde ke kolizi jednotlivých součástí a zda se dá technický objekt sestavit. Také předem zjistí informace o hmotnosti, těžišti, ploše, průřezu atd.

Výsledky výzkumů inovací z mnoha firem říkají, že:

- Se vyplatí soustředit se na projekční fáze, tedy modelovat a simulovat virtuální výrobek ve 3D, protože se ušetří náklady na fyzické prototypy, zkoušky a změny.
- Zahnutím inovací do projektu na začátku konstrukčního procesu značně snížíme náklady a čas na pozdější změny.
- Pokud se výrobek na trh dostane dostatečně rychle, tak to má za následek velké pokrytí trhu výrobkem a setrvání dlouho v prodeji, z čehož plyne větší zisk.

Současné metody konstruování jsou:

- **Metoda pokus omyl**
Je rychlá v návrhové etapě TO, ale po dokončení výrobní dokumentace může nastat zbrzdění a to po výrobě prototypu, zjištění, že nesplňuje zadané požadavky nebo svoji funkci. Zpětné úpravy jak ve výrobní, konstrukční a návrhové dokumentaci jsou zdlouhavé a náročné. Zdlouhavé jsou i inovace výrobku.
- **Metody intuitivní**
Rovněž jsou v návrhové etapě rychlé, ale k zbrzdění výroby dochází u realizace, pokud se u této metodiky nevyužije nějaká z CAx technologií pro podporu výroby. Také časově náročná bývá i zpětná změna nebo inovace výrobku. Jak je zmíněno již dříve metoda pokus omyl a metody intuitivní nejsou v hodné pro absolventy, pro uplatnění těchto metod musí mít konstruktéři i technologové relevantní zkušenosti z praxe.

- **Procedurální konstruování**

Hlavní nevýhodou je, že se nedá využít vždy. Je to metoda využívána hlavně v automobilovém a leteckém průmyslu, v průběhu konstrukčního procesu se musí postupovat striktně dle metodiky a nemůže se využít žádných jiných metod konstruování (intuitivní, pokus omyl).

- **Systémové (Vědecké) konstruování**

Je v hodnou metodou jak pro konstruktéry z praxe, tak i pro čerstvé absolventy, kteří se zapojí do řešení technického systému a budou plnit zadané dílčí úlohy pro úspěšné dokončení technického systému. Tato metodika je vhodná rovněž pro tvorbu inovací, tak i změn ve výsledném produktu.

Konstrukční metody se musí vzájemně doplňovat. U většiny konstrukčních procesů využijeme vlastní intuici a v návrhové etapě a dále budeme postupovat systémovým řešením úlohy. Jde o kombinaci několika metod řešení konstrukčních úloh.

Většina konstruktérů má svou vlastní konstrukční metodiku, kterou si vytvořili sami. Na zvolení vhodné metodiky má vliv, jak technické vybavení pracoviště (výpočetní technika, dostupnost technických informací), tak

i šikovnost a nadání konstruktéra. Konstruktéři, kteří mají píli, nadání, vědecký a technický přehled, zájem o obor a rozvíjení svých dovedností, potřebu sebevzdělávání a zájem o poznání nových metod a technologií při konstruování dosahují nejlepších výsledků.

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce je shrnutí dosud používaných a moderních konstrukčních metod a porovnat je. Čtenáři si mohou udělat přehled, co je podstatou metodiky konstruování, jak jí můžeme rozdělit a jakých teorií a principů využívá.

Jednotlivé metodiky jsou popsány ve třetí kapitole, která se týká přístupu ke konstruování. V částech jedna a dvě jsou vysvětleny pojmy technický objekt a fáze jeho života, inovace technického objektu, konstruování a konstrukční proces. Samotné porovnání metodik konstruování se nachází v páté části práce, kde najdeme jejich zhodnocení a také stručné shrnutí počítačové podpory konstruování.

Z bakalářské práce vyplývá, že metodiky i vlastní metody hledání konstrukčního řešení se dají mezi sebou kombinovat nebo se mohou navzájem doplňovat. Kombinace jednotlivých metod jsou v hojné míře využívány již dnes. Informace o vývoji a stavu technologií výroby jsou pro konstruování rovněž důležité. To se týká i informací, které získáme z řešení již zkonstruovaných technických objektů (nemusíme hledat nová řešení, pokud již problém byl jednou vyřešen). Rozhodující může být získat správnou informaci ve správný čas.

Dostupnost relevantních informací je v dnešní době značně zjednodušená počítačovou technologií, která je v hojné míře využívána i v konstruování a výrobě. Počítače značně ovlivnily metodiky konstruování, tak i samotné konstruování a výrobu. Veškerý proces se díky tomu značně zrychlil, což kladně ovlivňuje dostupnost i cenu hotových výrobků.

Seznam použitých zkratek:

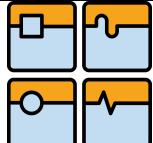
CAx Computer Aided ... (Počítačová podpora v oblasti ...)
 CAE Computer Aided Engineering (Počítačem podporovaný vývoj)
 CAD Computer Aided Design (Počítačem podporované konstruování)
 CAM Computer Aided Manufacturing (Počítačem podporovaná výroba)
 CAPE Computer Aided Production Engineering (Počítačem podp. technologie výroby)
 CAQ Computer Aided Quality Assurance (Počítačem podp. zabezpečování kvality)
 CIE Computer Integrated Enterprises (Počítačem integrovaný podnik)
 CIM Computer Integrated Manufacturing (Počítačem integrovaná výroba)
 CNC Computerized Numerical Control (Číslicové řízení pomocí počítače)
 NC Numerical Kontrol (Číslicové řízení)
 DNC Direct Numerical Control (Přímé řízení počítačem)
 FEM Finite Elements Method (Metoda konečných prvků)
 PDM Produkt Data Management (Správa dat o výrobku)
 PLM Product Lifecycle Management (správa životního cyklu výrobku)
 PLC Programmable Logic Controller (Programovatelný automat)
 TQM Total Quality Management (Celopodnikové řízení kvality)
 SW software
 RP Rapid Prototyping
 QDF Quality Function Deployment (plánování jakosti)
 TS Technickém systému (objektu konstruování)
 TO Technický objekt
 DesP Konstrukční proces
 Dto Deskriptivní
 TTS teoretické poznatky k technickým systémům
 TTrfS Teorie transformačních systémů
 TTrfP Teorie transformačních procesů a technických procesů (TTrfP, TTP)
 TTP Teorie technických postupů
 TLTS Teorie životních cyklů výrobku technického systému TLTS
 TStTS Teorie struktur TS
 TXTS Teorie vlastností (X) TS a jejich vztahů
 QTTS Teorie kvality TS
 TETS Teorie vývoje TS
 MTS Metodické poznatky k technickým systémům
 TDesP Teoretické poznatky ke konstrukčnímu procesu
 TDO Teorie hierarchické struktury konstrukčních operací
 MDesP Metodické poznatky ke konstrukčnímu procesu
 MFY Strategie, metody a principy konstruování
 GMED Obecný model postupu konstruování

Seznam obrázků:

obr.: 1 Schéma životního cyklu výrobku a inovace.....	3
obr.: 2 Schéma postupu obecného současného konstrukčního procesu	7
obr.: 3 Schéma metodik konstruování řazených dle složitosti a kvality.....	8
obr.: 4 <i>Základní struktura poznatků Engineering Design Science (konstrukční vědy/nauky) na bázi teorie technických systémů (pojetí WDK) [9]</i>	13-14
obr.: 5 Schéma základních operací konstrukčního systému	18
obr.: 6 <i>Schéma počítačové podpory ve fázích výroby [6]</i>	24

Použitá literatura a použité internetové stránky:

- [1] Skařupa,J,*Kreativita a inovační myšlení v konstruování*. První vydání. Ostrava: VŠB-TUO,2007. 230s. ISBN 978-80-248-1717-0
- [2] Hosnedl, S. ; Krátky J. *Příručka strojního inženýra-Obecné strojní části 1*.První vydání. Brno: Computer press,1999.304s.ISBN 80-7226-055-3
- [3] Fořt,P.;Mikšík,T.;Novák,P. *Když se řekne PLM* [online]. 2006,poslední revize 10.7.2007 [cit.2008-04-24]
Dostupné z: < <http://www.designtech.cz>>.
- [4] Vacek, J.; Skalický, J. ;Vostranecký, Z.; Potměšil, J.,. *Společnost, věda a technologie - Skripta*, ZČU Plzeň, Katedra inovací projektů, Plzeň 1998
- [5] BUŠOV, B. *Tvorba a Řešení Inovačního Zadání*[online]. [cit.2008-04-20]
Dostupné z: < <http://www.triz.cz>>.
- [6] Szlachta, T. *Základy konstruování I- Podklady k přednáškám*, VŠB Ostrava, Katedra částí a mechanismů strojů, Ostrava 2007
- [7]Japanský, J.*Národní inovační strategie České republiky* [online].2006, poslední revize 23.1.2006 [cit.2008-05-05]
Dostupné z. <<http://www.mpo.cz/>>.
- [8] Svoboda,P; Brandejs, J.; Prokeš,F.,- *Základy konstruování*.druhé vydání. Brno: CERM, 2003. 200s. ISBN 80-7204-306-4
- [9] Hosnedl, S. *Systémové navrhování technických produktů KKS/ZKM* - Podklady k přednáškám, ZČU Plzeň, Katedra konstruování strojů, Plzeň 2007
- [10] WWW stránky diskusního fóra <<http://www.cadforum.cz>>
- [11] WWW stránky idustiar technology systemes <<http://www.ites.cz>>
- [12] WWW stránky strojírenského měsíčníku MM průmyslové spektrum <<http://www.mmspektrum.com>>
- [13] WWW stránky diskusního fóra <<http://www.xanadu.cz>>
- [14] WWW stánky týkající se CAx technologii <<http://www.cad.cz>>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 32
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Přílohy

Přiložené CDv přiloženém CD najdeme celou bakalářskou práci